

# Conductive member for electric circuit and electric circuit body, and method for fabricating them

Patent Number: ☐ US5468918

Publication date: 1995-11-21

Inventor(s): KANNO TOSHIAKI (JP); KATSUMATA MAKOTO (JP); USHIJIMA HITOSHI (JP); YAMANASHI HIDENORI (JP)

Applicant(s): YAZAKI CORP (JP)

Requested Patent: ☐ JP6188532

Application Number: US19930167343 19931216

Priority Number(s): JP19920340374 19921221

IPC Classification: H05K1/00

EC Classification: C25D5/54, H01B1/24, H05K3/00K2, H05K3/10A, H05K3/24G

Equivalents: ☐ DE4343509, ☐ GB2273940, JP3118103B2

---

## Abstract

---

A conductor member for an electric circuit includes a conductive plastic mold in which carbon fibers or graphite fibers are dispersedly contained, and a metallic layer at least partially plated on the surface of said conductive plastic mold. The conductor member is provided on the surface of an insulating substrate to provide an electric circuit body. Thus, the conductor member for an electric circuit and the electric circuit body can be easily formed in a three-dimensional circuit because of its simple fabrication and excellent processing. Further, the film of metal plating can be made at a high speed and is hard to break because of the intimate contact of the plated metal.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-188532

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 1/09		C 6921-4E		
H 0 1 B 5/14		Z		
13/00	5 0 3	A 7244-5G		
H 0 5 K 3/00		W 6921-4E		
3/12		A 7511-4E		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-340374

(22)出願日 平成4年(1992)12月21日

(71)出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72)発明者 神野 敏明

静岡県御殿場市川島田252 矢崎部品株式  
会社内

(72)発明者 勝亦 信

静岡県御殿場市川島田252 矢崎部品株式  
会社内

(72)発明者 山梨 秀則

静岡県御殿場市川島田252 矢崎部品株式  
会社内

(74)代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

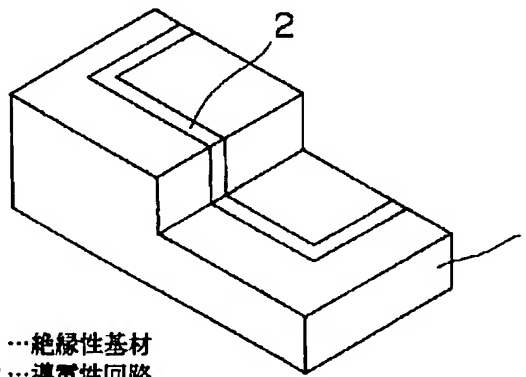
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気回路用導電部材、電気回路体及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】製造が簡単で加工性に優れていて容易に3次元  
的回路形成ができ、更に金属メッキの成膜速度が速くか  
つメッキ層の密着性が高くて破断し難い電気回路用導電  
材料、及びそれを利用した電気電子機器用の電気回路体  
を提供する。

【構成】直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維  
または黒鉛繊維が分散含有された導電性プラスチック  
成形体の表面の少なくとも1部に少なくとも1種類以  
上の金属層を設けた電気回路用導電部材を、絶縁性基材  
の面上に設けて電気回路体を得る。



1…絶縁性基材  
2…導電性回路

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維または黒鉛繊維が分散含有された導電性プラスチック成形体の表面の少なくとも1部に少なくとも1種類以上の金属層を設けたことを特徴とする電気回路用導電部材。

【請求項2】 電気絶縁性基材上に請求項1記載の電気回路用導電部材を設けたことを特徴とする電気回路体。

【請求項3】 直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維または黒鉛繊維が熱可塑性プラスチック中に分散含有された導電性プラスチックを射出成形して成形体を得、次いで該成形体の表面の少なくとも1部を少なくとも1種類以上の金属でメッキ処理することを特徴とする請求項1記載の電気回路用導電部材の製造方法。

【請求項4】 直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維または黒鉛繊維が分散含有された導電性プラスチックを電気絶縁性基材上に一体成形して積層状成形体を得、次いで該成形体の前記プラスチック面の少なくとも1部を少なくとも1種類以上の金属でメッキ処理することを特徴とする請求項2記載の電気回路体の製造方法。

【請求項5】 電気絶縁性基材上に直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維または黒鉛繊維が分散含有された液状又は溶液状導電性プラスチック塗料を印刷して電気回路パターンを形成し、硬化処理または溶媒の除去処理を行った後に該パターンの少なくとも1部を少なくとも1種類以上の金属でメッキ処理することを特徴とする請求項2記載の電気回路体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は軽量で製造加工性に優れた電気回路用導電部材とそれを用いた電気回路体及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、家電、自動車、航空宇宙等のあらゆる産業分野において電子機器が利用されるようになってきているが、小型化、高密度化、パーソナル化の要求が高まるにつれて、これらに用いられる電子機器や電子ユニットの電気回路も、従来の電線配線方式から、絶縁基板上に金属等の導電体によって2次元的に回路パターンを作成したいわゆるプリント基板（PC）やフレキシブルプリント基板（FPC）が使用されるようになって

いる。  
【0003】かかるPCは、エポキシ樹脂複合材やフェノール樹脂複合材からなる絶縁性基材に導電材用銅箔を張り付けた複合板を用いて、必要な回路パターンをマスキングしエッチング処理して回路パターン以外の銅箔部を除去することにより電気回路を形成し、必要に応じて銅回路部に有機高分子の耐腐食コーティング処理やニッケル、錫、ハンダ、銀、金等のメッキ処理を施して製造

されている。またFPCは、PCのエポキシ樹脂やフェノール樹脂の複合材を用いる代わりに柔軟性を有するプラスチックフィルムを絶縁性基材として用いたもので、屈曲部や回路の3次元的形成が必要な部位に使用されている。

【0004】また近年、絶縁性基材と銅箔との複合板を用いずに絶縁性基材上に直接回路パターンを形成する技術としてプラスチックメッキ法（特開昭1-91363）や物理的蒸着法（PVD）または化学的蒸着法（CVD）（特開昭61-47015）が提案され実用化され始めているが、プラスチックメッキ法においては本来絶縁性であるプラスチックに対しては成膜速度が速くまた膜厚も均一で密着性の優れた電解メッキを直ちに施すことはできないため、一般にはプラスチック面に無電解メッキを施してから電解メッキを行っている。しかしながら、通常のプラスチックへの無電解メッキはプラスチック表面に触媒の存在が必須であり、その触媒の表面への吸着処理（活性化処理）や、得られるメッキ層の密着性向上のためにプラスチックの表面粗化（特開昭60-67675）など多くの複雑な製造工程を必要とする。

【0005】また、PVD、CVD法においては高度な真空系を備えた処理装置が必要であるために製造コストが高く、また成膜速度が前記化学メッキ法より遅いため形成された回路体の回路抵抗が大きくても支障のない比較的小電流回路のみへの使用されるに止まっている。

【0006】その他、金、銀、銅、ニッケル等の金属粒子やフレークを導電材料としプラスチックを結合剤とした液状又は溶液状導電性プラスチック塗料を絶縁性基材上に印刷して回路形成を行う技術もあるが、このような金属系導電性プラスチック材料をFPC屈曲部に使用した場合においては一般的に回路抵抗が不安定となる問題があり、また導電材料として貴金属を用いたものは導電性や対腐蝕性に関しては優れているものの高価である問題点がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明は、製造が簡単で加工性に優れていて容易に2次元的な平面状回路形成に加えて3次元的な立体回路形成ができ、更に金属メッキの成膜速度が速くかつメッキ層の密着性が高く破断し難い電気回路用導電部材、及びそれを利用した電気電子機器用の電気回路体、並びにその製造方法を提供しようとするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】このような本発明の目的は、直径5 $\mu$ m以下、長さ100 $\mu$ m以下の炭素繊維または黒鉛繊維が分散含有された導電性プラスチック成形体の表面の少なくとも1部に少なくとも1種類以上の金属層を設けたことを特徴とする電気回路用導電部材によって達成することができる。

【0009】本発明の電気回路用導電部材に用いられる炭素繊維または黒鉛繊維は、例えば炭素系高分子前駆体を溶融紡糸し、酸化性雰囲気中で不融化熱処理を行い、次いで不活性ガス雰囲気中1000℃以上の温度で炭素化熱処理して直径5μm以下好ましくは0.5μm以下の炭素繊維または黒鉛繊維を得、その繊維を切断によって短繊維化して更に長さ100μm以下、好ましくは50μm以下に粉碎したものを利用することができる。ここで炭素系高分子前駆体としては、ポリアクリロニトリル、レーヨン、ポリビニルアルコール、塩化ビニル、フェノール、アラミド、ポリアミド、ポリイミド等の合成樹脂、或いは石油や石炭のピッチから得られる高分子体などが用いられる。

【0010】また、例えばたとえばメタン、エタン、プロパン、プロピレン等の脂肪族炭化水素類、エチレン、プロピレン、アレン、アセチレン等の不飽和脂肪族炭化水素類、ベンゼン、トルエン等の芳香族炭化水素類、シクロヘキサン、シクロオクタン等の脂環族炭化水素類、エタノール、ブタノール、オクタノール等のアルコール類、ラウリン酸やフタル酸等の有機酸類ならびに、フタル酸ブチル等のエステル類、エチルイソブチルケトンやシクロヘキサノン等のケトン類、その他ヘキサルアミン等の含窒素有機化合物、オクルメルカブタン等の含イオウ有機化合物、四塩化炭素等の含塩素有機化合物などを炭素供給源として用い、かかる原料をガス化して水素、一酸化炭素、二酸化炭素などのキャリアガスと共に900~1500℃の反応域中で、例えば鉄、ニッケル、コバルトなどの遷移金属からなる例えば粒径が300Å以下の超微粒金属粒子、又は例えば液状又は溶液状、或いはメタロセンなどの気化可能な金属有機化合物などからなる触媒と接触させ、分解することにより得られる長さ1000μm以下、直径1μm以下の気相成長炭素繊維も利用することができる。

【0011】更に上記の気相成長炭素繊維を、1500~3500℃、好ましくは2500℃以上の温度で、3~120分間、好ましくは30分以上、アルゴン等の不活性ガスの雰囲気下で熱処理することにより得た黒鉛構造が高度に発達した黒鉛繊維も好適に利用できるが、これらの気相成長炭素繊維やその黒鉛繊維は必要に応じて粉碎して長さ100μm以下に短繊維化して使用する。

【0012】これらの炭素繊維の高温熱処理は、後のメッキ処理において複合材の高導電性化により高メッキ速度、メッキ層の均一化が図れるため好適であり、黒鉛が熱伝導性に優れることから形成した回路の許容電流の点からも黒鉛化した繊維を使用することが好ましい。

【0013】本発明の電気回路用導電部材において、上記の炭素繊維または黒鉛繊維を分散させるための結合材となるプラスチックとしては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、エチレン・酢ビ共重合体、エチレン・アクリル酸エステル共重合体等の熱可

塑性樹脂、例えばシリコン樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等の熱硬化性樹脂、例えばクロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、エチレン・プロピレンゴム、クロロプレンゴム、アクリルゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム等のゴムなどが使用できる。

【0014】このようなプラスチックに対して炭素繊維または黒鉛繊維を分散させる方法には特に制限はないが、例えば2本ロール、3本ロール、ニーダー、インターミックス、パンバリーミキサー、単軸混練り機、2軸混練り機など公知の混練り機が使用できる。

【0015】本発明の電気回路用導電部材に用いる導電性プラスチックにおいて、炭素繊維または黒鉛繊維とプラスチックとの混合比は特に制限はされないが、繊維配合量として10~80重量%であるのがよい。しかし、後のメッキ工程の電解メッキにおいては材料の導電性が高いほど成膜速度が速く膜厚の均一性が優れ、また表面が混入繊維によって粗な状態の方がメッキ層の密着性に優れる傾向があつて、炭素繊維または黒鉛繊維の添加量が多いほど優れたメッキ層が生成される一方、導電部材の成形性は繊維の添加量が多すぎると悪化するから、30~60重量%であるのが好ましい。

【0016】このような導電性プラスチックには、それぞれ使用した樹脂の種類に応じて、また使用環境に応じて充填剤、加工助剤、可塑剤、酸化防止剤、架橋助剤等の添加剤や配合剤または溶剤などが含有されていて差し支えない。

【0017】本発明に従って導電性プラスチックから電気回路を形成するには、押し出し成形、射出成形、トランスファー成形、プレス成形等すべての成形方法が可能であり、使用されたプラスチック材料の性質および成形物の形状等により適宜選択することができる。また、成形された回路体における端子接続部や応力集中部等の部位には補強材、導電性補助部材として金属板や線、金属メッシュ等をインサート成形しても良い。

【0018】形成された回路体にはその面の少なくとも1部を少なくとも1種類の金属でメッキ処理する。メッキ処理は常法を用いて行う事ができる。すなわち金属塩水溶液の電気分解による電解メッキ、金属塩水溶液に共存させた還元剤の還元力を利用した無電解メッキ、真空中で気化またはイオン化した金属や化合物による真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法のPVD、またメッキしようとする物質の化合物（主に金属のハロゲン化物）の蒸気をキャリアーガスとともに送り、表面で熱分解させてメッキしたり、あるいは水素還元で金属を析出させるいわゆるCVD法などを、それぞれ単独で或いは2種類以上を組み合わせてメッキ処理することができる。かかるメッキ処理は成形後、または成形体を絶縁性基材に担持した後など、すなわち回路体の製造条件に応じて任意に選択して実施することができ

る。

【0019】上記の手順によって回路形状に成形し且つメッキ処理して得た電気回路用導電部材は、適宜の絶縁性基材の面上に機械的な固定、或いは圧着、接着、溶着等の手段によって担持させて、電気回路体を得る。或いは導電性プラスチックスを回路形状に成形するに当たって成形金型内にあらかじめ絶縁性基材を取り付けておき、絶縁性基材と一体成形し、そのうえで金属メッキ処理して電気回路体とすることもできる。更にまた、導電性プラスチックスが炭素繊維または黒鉛繊維と液状の合成樹脂や溶媒に溶解した合成樹脂とからなる液状又は溶液状導電性塗料であるときは、絶縁性基材の面上に液状又は溶液状導電性塗料を印刷して電気回路パターンを形成し、常温放置硬化、加熱硬化、減圧脱溶媒等の硬化処理を行った後に絶縁性基材と一体でメッキ処理して電気回路体としても良い。

【0020】

【作用】本発明によれば、導電性プラスチックスを用いて任意の形状の電気回路体が容易に形成でき、かつその回路体は微細な炭素繊維フィラーのアンカー効果によって良好な金属メッキ密着性を有する。

【0021】

【実施例】（第1参考例）ポリアクリロニトリルを加熱溶解紡糸し、空气中250℃で延伸力を加えながら酸化処理した後、不活性ガス中で3000℃の熱処理を行った。得られた繊維を1~0.5mmの長さに切断した後、ボールミルにて粉碎し、平均長さ10μm、径4μmの炭素繊維Aを得た。

【0022】（第2参考例）軟化点280℃、光学的異方性相100%の石油系メソフェースピッチを加熱溶解紡糸し、空气中330℃で延伸力を加えながら酸化処理した後、不活性ガス雰囲気中で3000℃の熱処理を行った。得られた繊維を第1参考例と同様に切断、粉碎し、平均長さ30μm、径4μmの炭素繊維Bを得た。

【0023】（第3参考例）炭素繊維の炭素供給源としてベンゼン、触媒にフェロセン、キャリアガスに水素を用いて1,100℃の温度で生成した長さ50μm以下、直径0.01~0.5μmの気相成長炭素繊維をアルゴンガス中で3,000℃で熱処理し、黒鉛化気相成長炭素繊維を得た。

【0024】（第1実施例）ポリプロピレン樹脂（日本石油化学、J650G）に参考例1で得られた炭素繊維Aを40重量%となるよう2軸混練り機を用いて混練り添加して、電気抵抗率 $1 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ の射出成形用導電性プラスチックスを調製した。この導電性プラスチックスを射出成形して長さ100mm×幅25mm×厚さ1mmの短冊状試料片を作成した。この試料片を電解銅メッキ液中（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} : 200\text{g/l}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 : 500\text{g/l}$ ）に浸漬し、0.02~3A/dm<sup>2</sup>の電流密度で電気メッキし、表面を銅メッキ処

理した電気回路用導電部材Iを得た。得られたメッキ層の引きはがし強さ（kgf/cm）をJIS-C-6481で規定されている方法によって測定した。表1に評価結果を示す。

【0025】（第2実施例）炭素繊維Aに代えて参考例2で得られた炭素繊維Bを40重量%となるよう添加した他は、第1実施例と同様にして得られた電気抵抗率 $5 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ の導電性プラスチックスを用いて、表面を銅メッキ処理した電気回路用導電部材IIを得、メッキ層の引きはがし強さを第1実施例と同様に測定した。その評価結果を表1に併せて示す。

【0026】（第3実施例）炭素繊維Aに代えて参考例3で得られた炭素繊維Cを40重量%となるよう添加した他は第1実施例と同様にして得られた電気抵抗率 $4 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ の導電性プラスチックスと、第1実施例で使用したポリプロピレン樹脂とを用いて、インサート成形によってポリプロピレン成形体（絶縁性基材）上に導電性回路（幅10mm）を形成した図1に示すような成形体を得、次いで第1実施例と同様に電気メッキして導電性プラスチックスの露出表面が銅メッキされた絶縁性基材と導体とが三次元構造で一体に成形された電気回路体IIIを得た。メッキ層の引きはがし強さを第1実施例と同様にして測定し、その評価結果を表1に併せて示した。

【0027】（第4実施例）エポキシ樹脂（油化シェルエポキシ、エピコート828）100重量部に対して硬化剤（油化シェルエポキシ、DICY-7）5重量部、炭素繊維C20重量部を3本ロールを用いて混練り添加し、導電性ペーストを調製した。スクリーン印刷（120メッシュ）にてガラスフェノール基板上に図2に示すパターンで回路印刷し、160℃にて1時間硬化熱処理を行った。この基板に対して第1実施例と同様に銅メッキを施してPC電気回路体IVを得た。このメッキ層の引きはがし強さを第1実施例と同様にして測定し、その評価結果を表1に併せて示した。

【0028】（第5実施例）ガラスフェノール基板に代えてポリイミドフィルム（厚さ75μm）を用いてその上にスクリーン印刷により回路を形成した他は第4実施例と同様にして、FPC電気回路体Vを得た。得られたFPCについて図3に示す方法に従って引張荷重100gで180°の屈曲試験を行い、回路がオープン（切断）となるまでの屈曲回数を測定してFPCの耐屈曲性を評価した。回路オープンまでの回数を表2に示す。

【0029】（第1比較例）炭素繊維Aに代えて市販炭素繊維（東レ、トレカT300MLD30、長さ30μm、径7μm）を40重量%となるよう添加した他は第1実施例と同様にして導電性プラスチックスを調製し、第1実施例と同様にして成形した回路体に銅メッキを行ったが、均一なメッキ処理ができず、またメッキ層はまったく密着性がなく、電気回路用導電部材は得られな

った。

【0030】(第2比較例)炭素繊維Aに代えて天然黒鉛粉末(日本増埒、SGP40、平均粒径4 $\mu$ m)を40重量%となるよう添加した他は第1実施例と同様にして導電性プラスチックを調製し、第3実施例と同様にして3次元構造の回路成形体を成形し、これに銅メッキを行って電気回路体C-Iを得た。このメッキ層の引きはがし強さを第1実施例と同様に測定し、その評価結果を表1に併せて示した。

【0031】(第3比較例)導電性ペーストとして銀系導電性ペースト(藤倉化成、XA-208)を用いて、ポリイミドフィルム上に回路をスクリーン印刷(250\*

\*メッシュ)して第5実施例と同様の印刷回路体を印刷し、150℃にて0.5時間硬化熱処理を行ってFPC電気回路体C-IIを得た。このFPCに対して第5実施例と同様の屈曲試験を行い、その結果を表2に併せて示した。

【0032】(第4比較例)第3比較例によって得たFPC電気回路体C-IIに第1実施例と同様に銅メッキを施したが、均一に成膜するものの密着性が全くなく、電気回路体は得られなかった。

【0033】

【表1】

電気回路体 又は 電気回路用導電部材	引き剥がし強さ (kgf/cm)
I	0.54
II	0.66
III	0.75
IV	0.87
C-I	0.13

I～IV：実施例

C-I：比較例

【0034】

※ ※【表2】

電気回路体	耐屈曲性 (回数)
V	10,000回以上
C-II	345回

V：実施例

C-II：比較例

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、メッキ密着性、屈曲耐久性に優れた任意の形状の電気回路体が、公知の成形方法を用いて容易に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気回路体の例の斜視図である。

【図2】本発明のPC電気回路体の例の斜視図である。

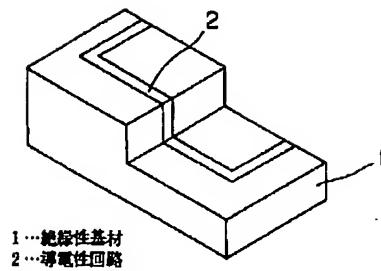
【図3】FPC電気回路体の耐屈曲性試験方法を説明す

る概念図である。

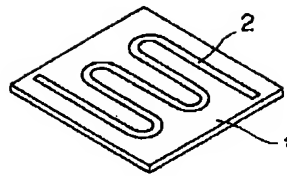
【符号の説明】

- |   |        |
|---|--------|
| 1 | 絶縁性基材  |
| 2 | 導電性回路  |
| 3 | 試料     |
| 4 | 重錘     |
| 5 | 回動クランプ |

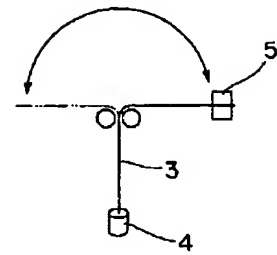
【図1】



【図2】



【図3】



3…試料  
4…重錘  
5…回転クランプ

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 3/24		A 7511-4E		
// B 3 2 B 15/08		J		

(72)発明者 牛島 均  
静岡県御殿場市川島田252 矢崎部品株式  
会社内